

# METHOD OF MANUFACTURING SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING DEVICE

**Patent number:** JP2004165436  
**Publication date:** 2004-06-10  
**Inventor:** SAI HIRONOBU  
**Applicant:** ROHM CO LTD  
**Classification:**  
- international: **H01S5/22; H01S5/00; (IPC1-7): H01S5/22**  
- european:  
**Application number:** JP20020329638 20021113  
**Priority number(s):** JP20020329638 20021113

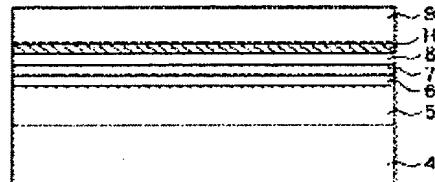
**Report a data error here**

## Abstract of JP2004165436

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method of manufacturing a semiconductor light emitting device with high yield which is excellent in emission properties and equipped with a current constriction layer of high performance.

**SOLUTION:** The method of manufacturing the semiconductor light emitting device 1 provided with the current constriction layer comprises processes of successively laminating a lower clad layer 5, a lower spacer layer 6, an active layer 7, an upper spacer layer 8, a current constriction layer 10a, and an upper clad layer 9 on a substrate; irradiating the current constriction layer 10a with a laser beam whose wavelength is specified so as to enable only material forming the current constriction layer to absorb the laser beam as the laser beam is focused on the current constriction layer; and forming a current constriction part by modifying the crystal structure of a part irradiated with the laser beam.

**COPYRIGHT:** (C)2004,JPO



(51) Int. Cl. 7

H 0 1 S 5/22

F I

H 0 1 S 5/22

テーマコード(参考)

5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全5頁)

(21) 出願番号 特願2002-329638 (P2002-329638)

(22) 出願日 平成14年11月13日 (2002.11.13)

(71) 出願人 000116024

ローム株式会社

京都府京都市右京区西院溝崎町21番地

(74) 代理人 100105647

弁理士 小栗 昌平

(74) 代理人 100105474

弁理士 本多 弘徳

(74) 代理人 100108589

弁理士 市川 利光

(74) 代理人 100090343

弁理士 濱田 百合子

(72) 発明者 斎 寛展

京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム  
株式会社内Fターム(参考) 5F073 AA09 AA74 CA04 CB02 DA05  
DA17 EA29

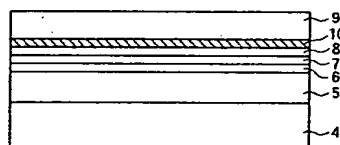
(54) 【発明の名称】 半導体発光素子の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 発光特性に優れ高性能の電流狭窄層を有する半導体発光素子を、高歩留まりで製造することが可能な方法を提供する。

【解決手段】 電流狭窄層を備える半導体発光素子の製造方法において、基板上に順次、下部クラッド層、下部スペーサ層、活性層、上部スペーサ層、電流狭窄層及び上部クラッド層を積層した後、前記電流狭窄層に焦点を合わせて該電流狭窄層を形成する材料のみに吸収される波長のレーザ光を照射し、レーザ光照射部分の結晶構造を変化させて電流狭窄部を形成することを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

電流狭窄層を備える半導体発光素子の製造方法において、基板上に順次、下部クラッド層、下部スペーサ層、活性層、上部スペーサ層、電流狭窄層及び上部クラッド層を積層した後、前記電流狭窄層に焦点を合わせて該電流狭窄層を形成する材料のみに吸収される波長のレーザ光を照射し、レーザ光照射部分の結晶構造を変化させて電流狭窄部を形成することを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

## 【請求項2】

レーザ光の照射部分をアモルファス化して非照射部分に比べて高抵抗化し、前記非照射部分を電流狭窄部とすることを特徴とする請求項1記載の半導体発光素子の製造方法。

10

## 【請求項3】

レーザ光の照射部分を非照射部分に比べて低抵抗化し、前記照射部分を電流狭窄部とすることを特徴とする請求項1記載の半導体発光素子の製造方法。

## 【請求項4】

レーザ光源としてパルスレーザを用いることを特徴とする請求項1～3の何れか1項に記載の半導体発光素子の製造方法。

## 【請求項5】

電流狭窄層を備える半導体発光素子の製造方法において、基板上に順次、下部クラッド層、下部スペーサ層、活性層、上部スペーサ層、電流狭窄層及び上部クラッド層を積層した後、短パルスレーザを照射して多光子吸収過程により前記電流狭窄層のレーザ照射部分の結晶構造を変化させて電流狭窄部を形成することを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、電流狭窄層を備える半導体発光素子の製造方法に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

半導体発光素子の代表例である化合物半導体レーザは、光通信機器や記録装置等に広く用いられている。図3は化合物半導体レーザの一例を模式的に示す断面図であるが、図示されるように化合物半導体レーザ1は、第1電極3と、第2電極2と、これら第1電極3及び第2電極2の間に設けられた複数の化合物半導体層とから構成されている。化合物半導体層は、例えば半導体基板4（例えば $n^+ - GaAs$ ）と、その上面に形成された下部クラッド層（例えば $Al_xGa_{1-x}Ga$ ）5と、下部スペーサ層（例えば $Al_yGa_{1-y}As$ ）6を介してその上面に形成された活性層7と、上部スペーサ層（例えば $Al_zGa_{1-z}As$ ）8を介してその上面に形成された上部クラッド層（例えば $Al_wGa_{1-w}Ga$ ）9とから構成されている。また、第2電極2は上部クラッド層9の上に形成されたコンタクト層11を介して形成され、第1電極3は半導体基板5からなる電極形成面に形成されている。

30

## 【0003】

また、化合物半導体レーザ1では、その発光効率を高めるために、上部スペーサ層8の上に、所定幅にわたり開口した電流狭窄部10aを有する電流狭窄層10が形成される場合が多い。この電流狭窄層10は、 $GaAs$ 等からなる薄膜を成膜し、電流狭窄部10aをエッチングにより除去して形成されるのが一般的である（例えば、特許文献1参照）。そのため、電流狭窄層10を有する化合物半導体レーザ1の製造は、従来では以下の方法で行われている。

40

## 【0004】

まず、図4に示すように、MOCVD法等により、図3に示す層構成において、第1の電極3を除く電流狭窄層10までを形成する。次いで、フォトリソ工程により、電流狭窄部10aに対応させてレジスト30による開口（例えばスリット）31を形成する。そして

50

、このレジスト30の開口31を通じて適当なエッチャント40を電流狭窄層10に作用させ、電流狭窄部10aに相当する部分を除去する。その後、図示は層略するが、レジスト30を除去し、再びMOCVD法等により上部スペーサ8より上の各層を順次積層し、最後に第1電極3及び第2電極2を蒸着する。

【0005】

しかし、上記の製造方法では、電流狭窄部10aを形成した後にレジスト30を除去しなければならないが、除去手段としてはエッチングが一般的であり、電流狭窄層10の上面が荒らされることが多い。そのため、その上に形成される上部スペーサ8の成膜状況が悪化して膜質が劣化したり膜厚が変動し、更にはコンタミが混入する可能性が高くなる。

【特許文献1】

特開2000-31585号公報(第2頁、図4)

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

上記のように、従来の電流狭窄層を有する半導体発光素子の製造方法では、発光特性が低下したり、素子毎に特性のバラツキが発生して製品歩留まりにも悪影響が出やすい。

【0007】

そこで、本発明は、発光特性に優れ高性能の電流狭窄層を有する半導体発光素子を、高歩留まりで製造することが可能な方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明者は、上記の課題を解決すべく鋭意検討した結果、電流狭窄層の形成に際し、電流狭窄層を形成する材料に吸収される特定波長のレーザ、好ましくはフェムト秒レーザを照射することにより、レーザ光の照射部分の結晶構造が変化して抵抗値が変化し、他の部位に何ら影響を与えることなく電流狭窄部を形成できることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0009】

即ち、本発明は、電流狭窄層を備える半導体発光素子の製造方法において、基板上に順次、下部クラッド層、下部スペーサ層、活性層、上部スペーサ層、電流狭窄層及び上部クラッド層を積層した後、前記電流狭窄層に焦点を合わせて該電流狭窄層を形成する材料のみに吸収される波長のレーザ光を照射し、レーザ光照射部分の結晶構造を変化させて電流狭窄部を形成することを特徴とする半導体発光素子の製造方法である。

【0010】

また、本発明は、電流狭窄層を備える半導体発光素子の製造方法において、基板上に順次、下部クラッド層、下部スペーサ層、活性層、上部スペーサ層、電流狭窄層及び上部クラッド層を積層した後、短パルスレーザを照射して多光子吸収過程により前記電流狭窄層のレーザ照射部分の結晶構造を変化させて電流狭窄部を形成することを特徴とする半導体発光素子の製造方法である。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に関して図面を参照して詳細に説明する。但し、本発明では電流狭窄層を有する半導体発光素子全般が対象となり、また素子自体の構造や構成には制限がなく、本実施形態では図3に示した化合物半導体レーザ1を例示して説明する。

【0012】

本発明の製造方法では、先ず、図1に示すように、図3に示す化合物半導体層の全ての層を連続して形成する。即ち、MOCVD法等により、半導体基板4の上に順次、下部クラッド層5と、下部スペーサ層6と、活性層7と、上部スペーサ層8と、電流狭窄層10と、上部クラッド層9とを連続して成膜する。従来では電流狭窄層10のエッチング作業があるため、上部クラッド層9の成膜を別途行う必要がある。これに対して本発明では、上部クラッド層9まで連続して成膜できるため、成膜工程が一度で済み、製造効率の上でも有利である。

10

20

30

40

50

## 【0013】

尚、各層の組成や層厚は、発光特性等に応じて適宜設計されるが、例えば以下とすることができる。 $n^+$ -GaAs基板4の上に、50nmの(SnドープAl<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As/AI<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As)ペアを35ペア積層して下部クラッド層5を形成し、その上にAl<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>Asを60nm成膜して下部スペーサ層6を設け、その上に10nmのAl<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>Asバリア層と40nmのGaAsウエル層とを交互に合計50nmの厚みで形成して活性層7とし、その上にAl<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>Asを60nm成膜して上部スペーサ層8を設け、その上に電流狭窄層10用のGaAsを100nm成膜し、更にその上に(CドープAl<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As/AI<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As)ペアを23層積層して上部クラッド層9を形成する。

10

## 【0014】

次いで、図2に示すように、上記の化合物半導体層をXYステージ100に載置する。そして、レーザ源200からレーザ光Lを出射し、光学系300により化合物半導体層に入射させ、電流狭窄層10にレーザ光Lの焦点を合わせる。尚、XYステージ100は3次元方向に移動可能であり、レーザ光Lを電流狭窄層10に焦点させ、かつ電流狭窄層10の内部でレーザLを水平移動させる構成となっている。

## 【0015】

レーザLの波長は、特に上部クラッド層9の形成材料を透過し、電流狭窄層10の形成材料にのみ吸収されるように選択され、例えばGaAsの場合には720~800nmの波長のレーザ光Lを照射する。このレーザ光Lの照射により、電流狭窄層10の中でレーザ光Lが照射された部分の結晶構造が変化して非照射部分との間で抵抗値に差が生じ、結果として電流狭窄部10aが形成される。

20

## 【0016】

ここで、結晶構造の変化の程度により抵抗値の変化の仕方が異なるため、レーザ光Lの照射強度に応じてその照射様式を選択する必要がある。具体的には、結晶構造が大きく変化してアモルファス化すると、抵抗値も大きく増加する。そこで、結晶構造をアモルファス化できるほどの高出力のレーザ光Lを用い、電流狭窄部10aが形成されるべき部分を除く電流狭窄層10の全面にわたり一様に照射することにより、照射部分が高抵抗化し、それに伴い非照射部分が相対的に低抵抗化されて電流狭窄部10aとなる。

## 【0017】

また、低出力のレーザ光Lを照射することにより、照射部分を低抵抗化することができる。そこで、低抵抗化に適した低出力のレーザ光Lを電流狭窄部10aの形成領域に照射することにより、直接的に電流狭窄部10aを形成することができる。

30

## 【0018】

尚、上記の照射部分を高抵抗化または低抵抗化するための照射強度は、電流狭窄層10の形成材料及びレーザ光源200を考慮して適宜選択される。また、レーザ光源200としては、パルスレーザが好ましく、パルス幅と出射強度とにより照射強度を的確に安定して制御することができる。

## 【0019】

また、レーザ光Lとして短パルスレーザを照射することもできる。この短パルスレーザは、所謂「多光子吸収過程」により結晶構造を変化させる作用を有する。中でもフェムト秒パルスレーザは、照射部分において熱が発生する前に瞬時に結晶構造を変化させることができ、非照射部分が熱的ダメージを受けないため、電流狭窄部10aをより高精度で形成できる。尚、照射条件は、電流狭窄層10の形成材料に応じて適宜選択される。

40

## 【0020】

そして、電流狭窄部10aを形成した後、従来と同様にして第1電極3及び第2電極2を形成して、化合物半導体レーザが完成する。

## 【0021】

上記のように、本発明の製造方法では、エッチング手法を用いることなく電流狭窄層10を形成できるため、コンタミの混入のおそれがなく、また他の半導体層に悪影響を与える

50

こともない。

【 0 0 2 2 】

【 発 明 の 効 果 】

以上説明したように、本発明によれば、発光特性に優れ高性能の電流狭窄層を有する半導体発光素子を高歩留まりで製造することが可能になる。

【 図 面 の 簡 単 な 説 明 】

【 図 1 】 本発明の半導体発光素子の製造方法の一工程を示す断面図であり、化合物半導体層のみを示す図である。

【 図 2 】 本発明の半導体発光素子の製造方法において、レーザ照射工程を説明するための模式図である。

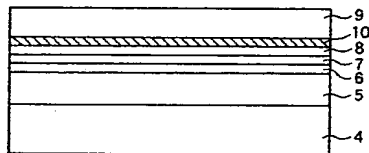
【 図 3 】 従来並びに本発明の化合物半導体レーザの構成を模式的に示す断面図である。

【 図 4 】 従来の電流狭窄層の形成方法を説明するための模式図である。

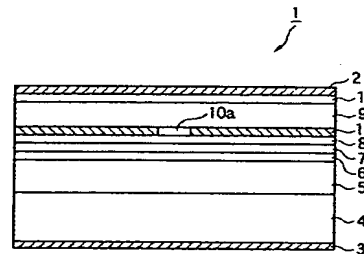
【 符 号 の 説 明 】

- 1 半導体発光素子（化合物半導体レーザ）
- 2 第2電極
- 3 第1電極
- 4 半導体基板
- 5 下部クラッド層
- 6 下部スペーサ層
- 7 活性層
- 8 上部スペーサ層
- 9 上部クラッド層
- 10 電流狭窄層
- 10a 電流狭窄部
- 11 コンタクト層

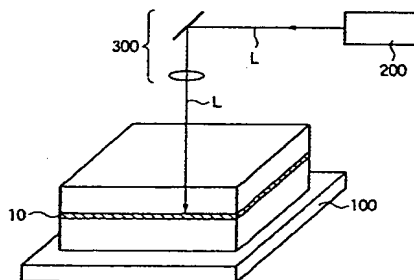
【 図 1 】



【 図 3 】



【 図 2 】



【 図 4 】

